

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 44 203.7

**Anmeldetag:** 23. September 2002

**Anmelder/Inhaber:** ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Verfahren und Vorrichtung zur Erfassung der  
Drehzahl einer Pumpe

**IPC:** F 04 B, G 01 P

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 28. April 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, which appears to read "Hiebinger". The signature is written in a cursive, flowing style.

12.09.02

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

5

Verfahren und Vorrichtung zur Erfassung der Drehzahl einer Pumpe

10 Gegenstand der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erfassung der Drehzahl eines Pumpenmotors nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie eine entsprechende 15 Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 5.

Stand der Technik

Es ist bekannt, die Drehzahl eines Pumpenmotors mittels 20 spezieller Drehzahlsensoren zu ermitteln. Ferner besteht die Möglichkeit, bei einem getakteten Betrieb eines Pumpenmotors in der nicht angesteuerten Phase anhand der generatorischen Spannung des Pumpenmotors die Drehzahl zu ermitteln. Derartige Verfahren werden auch bei der Regelung 25 des Pumpenmotors im Rahmen eines elektro-hydraulischen Bremssystems verwendet.

Aus der DE 41 33 269 A1 ist ein Verfahren zur Messung der Drehzahl eines rotierenden Teiles, das von einem Gehäuse 30 umgeben ist, bekannt, bei welchem ein von der Drehzahl abhängiges weiteres Signal erfasst wird, dieses weitere Signal gefiltert und digitalisiert sowie zweifach fourier-transformiert und die Drehzahl aus dem so erhaltenen Spektrum durch Auswertung des absoluten Maximums ermittelt

wird. Zur Realisierung einer derartigen Drehzahlerfassung ist auf Grund der eingesetzten Fourier-Analyse ein relativ großer Rechenaufwand erforderlich.

- 5 Bekannte Verfahren zur Drehzahlbestimmung von Motoren, insbesondere Pumpenmotoren, erweisen sich als relativ kostenaufwendig.

#### Vorteile der Erfindung

10

Mit der vorliegenden Erfindung wird eine möglichst einfache und kostengünstige Erfassung der Drehzahl eines Pumpenmotors angestrebt.

15

Dieses Ziel wird erreicht mit einem Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie einer Vorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 5.

20

Erfindungsgemäß ist die Drehzahl eines Pumpenmotors in sehr genauer, und dennoch kostengünstiger Weise erfassbar. Insbesondere kann der Anlauf eines Pumpenmotors sicher überwacht werden. Die erfindungsgemäß vorgeschlagene Erfassung ist unabhängig von der Art und Ansteuerung des Pumpenmotors.

25

Die erfindungsgemäße Erfassung erfordert keine Nachführung über der Temperatur und erweist sich als robust gegenüber störenden Reflexionen zwischen einer Pumpe und einem von dieser beaufschlagten Speicher.

30

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Es erweist sich als vorteilhaft, hochfrequente Störungen des von der durch den Pumpenmotor angetriebenen Pumpe verursachten Drucksignals mittels geeigneter Filtermittel aus dem Drucksignal zu filtern.

5

Entsprechendes gilt für niederfrequente Störungen, insbesondere einen Gleichspannungsanteil, der durch den in dem von der Pumpe beaufschlagten Speicher aufgrund des dort ansteigenden Druckes herröhrt. Auch diese Störungen werden 10 zweckmäßigerweise aus dem Drucksignal gefiltert.

Ein derart von hochfrequenten und/oder niederfrequenten Störungen befreites Drucksignal ist in einfacher Weise weiterverarbeitbar.

15

Zweckmäßigerweise wird das Drucksignal, insbesondere das gefilterte Drucksignal, über eine Komparatorschaltung zum Erhalt eines Rechtecksignals, dessen Frequenz proportional zu der Drehzahl des Pumpenmotors ist, gefiltert. Ein so 20 erhaltenes Rechtecksignal ist in besonders einfacher Weise rechnerisch auswertbar.

Zur Realisierung der erwähnten Filter werden zweckmäßigerweise geeignete Filtermittel, wie etwa ein 25 Tiefpassfilter oder ein Hochpassfilter verwendet. Derartige Filter sind in preiswerter Weise bereitstellbar und erweisen sich beim Betrieb als robust und zuverlässig.

Zeichnung

30

Die Erfindung wird nun anhand der beigefügten Zeichnung weiter erläutert. In dieser zeigt

Figur 1 ein Schaubild zur Darstellung des prinzipiellen Druckverlaufs in einem von einer Druckpumpe beaufschlagten Drucksystem,

5 Figur 2 ein Schaubild zur schematischen Darstellung der Spektralansicht des Drucksignals gemäß Figur 1,

Figur 3 ein Prinzip-Blockschaltbild zur Darstellung der erfindungsgemäß durchgeführten Filterung des Drucksignals  
10 gemäß Figur 1,

Figur 4 ein nach einer Filterung gemäß Figur 3 erfindungsgemäß erhaltenes gefiltertes Zeitsignal,

15 Figur 5 ein nach einer Komparatorbeaufschlagung des Signals gemäß Figur 4 erhaltenes Rechtecksignal, und

Figur 6 ein schematisch vereinfachtes Blockschaltbild einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen  
20 Vorrichtung.

Hydraulische Pumpensysteme sind an sich bekannt und bedürfen keiner detaillierten Erläuterung. Es sei lediglich darauf verwiesen, dass typischerweise eine von einem Pumpenmotor beaufschlagte Pumpe eine Hydraulik-Flüssigkeit über eine Druckleitung in einen Hochdruckspeicher fördert. Bei dieser Förderung entstehen in der Druckleitung bzw. dem Hochdruckspeicher im Rahmen eines Drucksignals Druckspitzen, deren zeitlicher Abstand einem Maß für die 25 Drehzahl des Pumpenmotors ist. Das Drucksignal wird zweckmäßigerweise mittels eines geeigneten Sensors erfasst und in ein entsprechendes Strom- bzw. Spannungssignal umgewandelt. Ein derartiges Signal wird, zweckmäßigerweise  
30

nach entsprechender Digitalisierung, in einer Recheneinrichtung weiterverarbeitet.

Eine schematisch vereinfachte Darstellung eines  
5 hydraulischen Pumpensystems, an welchem die vorliegende  
Erfindung realisierbar ist, ist in Figur 6 dargestellt.  
Hier ist mit 60 ein Pumpenmotor bezeichnet, mittels dessen  
einer Pumpe 62 beaufschlagbar ist. Die Pumpe 62 fördert  
über eine Hydraulikleitung 64 Hydraulikflüssigkeit in einen  
10 Hochdruckspeicher 66. Die in diesem Hochdruckspeicher  
erfassten Drücke werden zum Erhalt eines die  
Pumpentätigkeit darstellenden Drucksignals mittels eines  
Drucksensors 68 erfasst und gegebenenfalls in ein  
entsprechendes elektrisches Signal umgewandelt und  
15 digitalisiert. Ein derartiges Signal wird auf eine  
Recheneinrichtung 70 gegeben, in welcher die weitere  
Auswertung des Signals durchführbar ist.

Das in dem Hochdruckspeicher 66 festgestellte Drucksignal  
20 p, bzw. das hieraus erhaltene Spannungssignal ist, wie in  
Figur 1 dargestellt, mit hochfrequenten Störungen, welche  
von Reflexionen zwischen dem Pumpenausgang und dem  
Hochdruckspeicher herrühren, überlagert. Das Signal ist  
ferner mit einem Gleichspannungsanteil überlagert, der von  
25 dem aufgrund der Pumpenbeaufschlagung in dem Speicher 66  
ansteigenden Druck herrührt.

Eine Spektralansicht des in Figur 1 dargestellten Signals  
ist aus Figur 2 ersichtlich, in welchem das Drucksignal p  
30 gegen die Frequenz f aufgetragen ist. Der  
Gleichspannungssignalanteil ist hier mit 1, der  
hochfrequente Störungsanteil mit 2 bezeichnet. Das  
Nutzsignal, welches es erfindungsgemäß auszunutzen gilt,  
ist mit Bezugsziffer 3 versehen.

Das Drucksignal  $p$  wird zunächst einem Tiefpassfilter mit geeigneter Eckfrequenz zugeführt, welcher den störenden hochfrequenten Anteil 2 des Speicherdrucksignals  
5 unterdrückt. Dieser Sachverhalt ist in Figur 3 schematisch dargestellt, wo ein Tiefpassfilter mit 10 bezeichnet ist.

In einem zweiten Schritt wird das Signal durch einen Hochpassfilter mit geeigneter Eckfrequenz geführt, wodurch  
10 der Gleichspannungsanteil 1 unterdrückt wird. Der Hochpassfilter ist in Figur 3 mit 12 bezeichnet. Das aus dem Hochpassfilter austretende Signal  $p'$  stellt ein gefiltertes Zeitsignal dar, dessen zeitlicher Verlauf in Figur 4 dargestellt ist. Die Filterkurven der Filter 10, 12  
15 sind in Figur 2 gestrichelt dargestellt.

Das Signal  $p$  wird einer (nicht dargestellten) Komparatorschaltung zugeführt, wodurch ein Rechtecksignal  $p''$  zur Verfügung gestellt wird, dessen Frequenz  
20 proportional zur Pumpenmotordrehzahl des Pumpenmotors 60 ist. Ein derartiges Rechtecksignal  $p''$  ist in Figur 5 gegen die Zeit aufgetragen dargestellt. Die Periodenlänge des Signals ist mit  $T$  bezeichnet, die jeweiligen Periodenanfänge mit  $t_0, t_1, t_2, \dots$ . Die zur  
25 Pumpenmotordrehzahl proportionale Frequenz  $f$  ergibt sich aus  $f = 1/T$ . Durch geeignete Normierung kann direkt auf die Ist-Drehzahl des Pumpenmotors 60 geschlossen werden.

12.09.02

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

5

Ansprüche

- 10 1. Verfahren zur Erfassung der Drehzahl eines Pumpenmotors eines hydraulischen Pumpensystems, wobei eine durch den Pumpenmotor angetriebene Pumpe Hydraulikflüssigkeit in einen Pumpenspeicher fördert, gekennzeichnet durch folgende Schritte:
- 15 - Erfassung einer die Fördertätigkeit der Pumpe darstellenden Drucksignals,
- Feststellung von Druckspitzen innerhalb dieses Drucksignals, und
- 20 - Feststellung der Drehzahl des Pumpenmotors auf der Grundlage der Frequenz bzw. der zeitlichen Abstände dieser Druckspitzen.
- 25 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass hochfrequente Störungen des Drucksignals mittel geeigneter Filtermittel aus dem Drucksignal gefiltert werden.
- 30 3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass niederfrequente Störungen, insbesondere ein Gleichspannungsanteil, aus dem Drucksignal gefiltert werden.

4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Drucksignal über eine Komparatorschaltung zum 5 Erhalt eines Rechtecksignals, dessen Frequenz proportional zur Pumpenmotordrehzahl ist, geführt wird.
5. Vorrichtung zur Erfassung der Drehzahl eines Pumpenmotors (60) eines hydraulischen Pumpensystems, bei 10 welchem eine durch den Pumpenmotor (60) angetriebene Pumpe (62) Hydraulik-Flüssigkeit in einen Pumpenspeicher (66) fördert, gekennzeichnet durch, eine Einrichtung (68) zur Erfassung eines die 15 Fördertätigkeit der Pumpe darstellenden Drucksignals, eine Einrichtung (68) zur Feststellung von Druckspitzen innerhalb dieses Drucksignals, und eine Einrichtung (70) zur Feststellung der Drehzahl des Pumpenmotors auf der Grundlage der Frequenz bzw. der zeitlichen Abstände dieser 20 Druckspitzen.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, gekennzeichnet durch, Tiefpassfiltermittel (10) und/oder Hochpassfiltermittel 25 (12) zur Herausfilterung von hochfrequenten bzw. niederfrequenten Störungen aus dem Drucksignal.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 oder 6, gekennzeichnet durch eine Komparatorschaltung, mittels der 30 aus dem insbesondere gefilterten Drucksignal ein Rechtecksignal gewonnen werden kann, dessen Frequenz proportional zu der Drehzahl des Pumpenmotors ist.

12.09.02

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

5

Verfahren und Vorrichtung zur Erfassung der Drehzahl einer Pumpe

10 Zusammenfassung

Verfahren zur Erfassung der Drehzahl eines Pumpenmotors eines hydraulischen Pumpensystems, wobei eine durch den Pumpenmotor angetriebene Pumpe Hydraulikflüssigkeit in 15 einen Pumpenspeicher fördert, mit folgenden Schritten:

- Erfassung einer die Fördertätigkeit der Pumpe darstellenden Drucksignals,
- Feststellung von Druckspitzen innerhalb dieses 20 Drucksignals und
- Feststellung der Drehzahl des Pumpenmotors auf der Grundlage der Frequenz bzw. der zeitlichen Abstände dieser Druckspitzen

112

FIG. 1

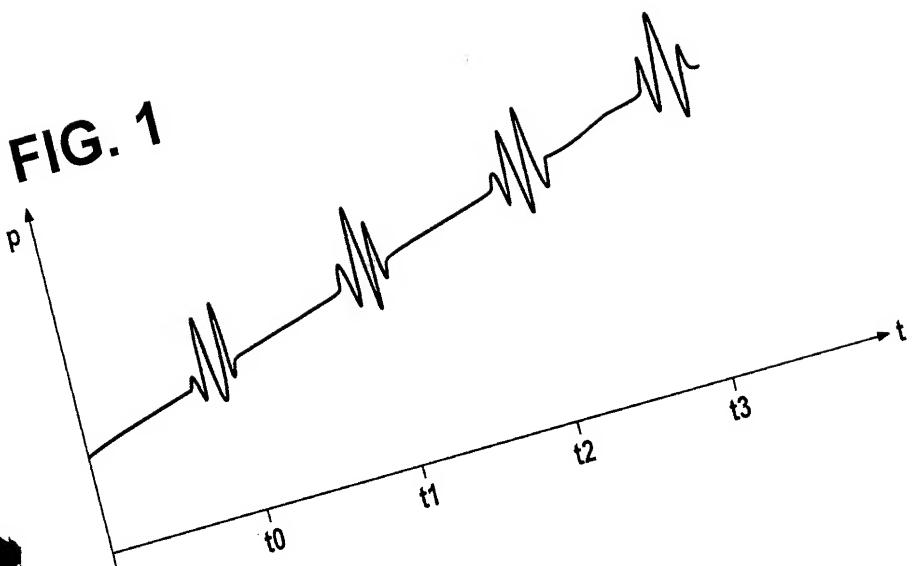


FIG. 2

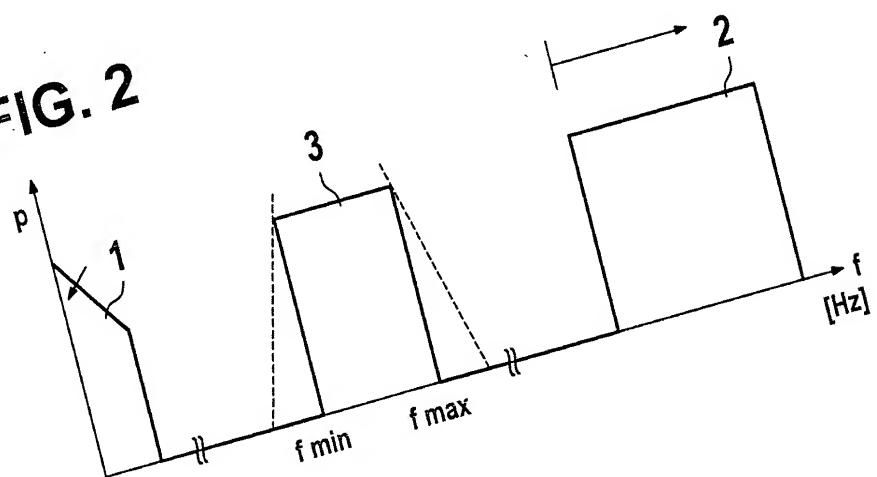
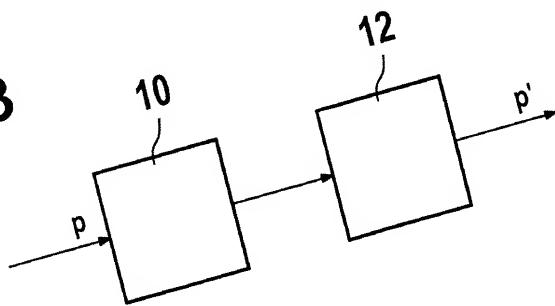
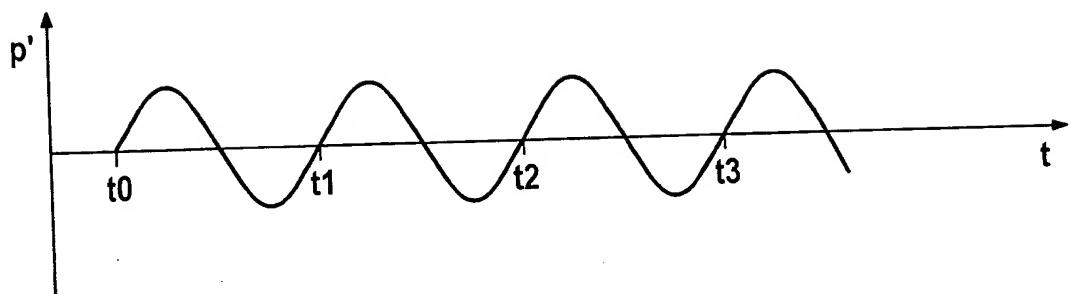


FIG. 3

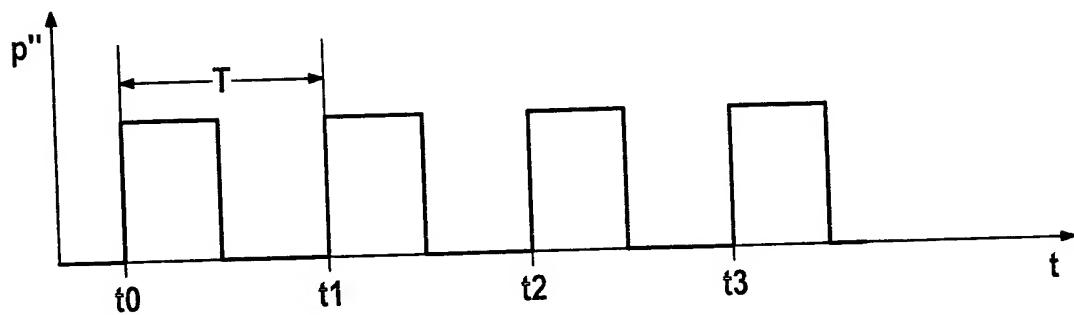


2 / 2

**FIG. 4**



**FIG. 5**



**FIG. 6**

